

様式6（第15条第1項関係）

平成30年4月2日

独立行政法人
日本学術振興会理事長 殿

研究機関の設置者の所在地	〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地	
研究機関の設置者の名称	国立大学法人琉球大学	
代表者の職名・氏名	学長 大城 肇 (記名押印)	
代表研究機関名及び機関コード	琉球大学	18001

平成29年度戦略的国際研究交流推進事業費補助金
実績報告書

戦略的国際研究交流推進事業費補助金取扱要領第15条第1項の規定により、実績報告書を提出します。

整理番号	S2903	補助事業の完了日	平成30年3月31日	関連研究分野 (分科細目コード)	生態・環境 (6807)
------	-------	----------	------------	---------------------	-----------------

補助事業名（採択年度） 自然史ビッグデータ科学：生物多様性情報を駆使した進化生態学的一般理論の探求（平成29年度）	補助金支出額（別紙のとおり） 17,777,849円
--	-------------------------------

代表研究機関以外の協力機関
千葉大学、兵庫県立大学

海外の連携機関
Royal Botanic Gardens, Kew（Kew王立植物園）、Smithsonian National Museum of Natural History, University of Santiago de Compostela, Instituto de Ecología AC, University of Auckland, The University of Hong Kong, Nicolaus Copernicus University, University of Helsinki, National Taiwan University, City University of New York, Aarhus University, National Tsing Hua University

1. 事業実施主体

フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名	専門分野
クボタ ヤスヒロ 久保田 康裕	琉球大学	理学部海洋自然科学科生物系	教授	生物多様性科学
ツジ ミズキ 辻 瑞樹	琉球大学	農学部	教授	進化生態学
サカイ カズヒロ 酒井 一彦	琉球大学	熱帯生物圏研究センター	教授	海洋生態学
カシタ タダシ 梶田 忠	琉球大学	熱帯生物圏研究センター	教授	植物多様性科学
ムラカミ マサシ 村上 正志	千葉大学	理学研究院	准教授	群集生態学
ドイ ヒデユキ 土居 秀幸	兵庫県立大学大学院	シミュレーション学研究所	准教授	生態学
計6名				

フリガナ 連絡担当者	所属部局・職名	連絡先（電話番号、e-mailアドレス）
---------------	---------	----------------------

アカミネ ヒサオ 赤嶺 久夫	総合企画戦略部国際連携推進課 再雇用職員	Tel: 098-895-8032 e-mail: kokenkyu@to.jim.u-ryukyu.ac.jp
-------------------	-------------------------	---

※2頁以降は、交付決定を受けた時点の事業計画の項目に合わせて必要に応じて修正すること。

2. 本年度の実績概要

本プロジェクトは、“進化生態学的ビッグデータ”を駆使し、全生物分類群に共通した生物多様性パターン形成に関する一般理論の探求を目標としている。このような観点から初年度は、本プロジェクトの全体枠組みについて海外連携研究者と討議し、多数の共同研究課題を立ち上げた。具体的な個別課題は以下の通り。1) 全球スケールの樹木種分布情報を元にした樹木種の多様性推定、2) 森林群集の分類学的系統学的ベータ多様性に基づいた森林バイオームの歴史的多様化、3) 全球スケールの種プールからの階層的フィルターリングプロセスに基づいた局所森林群集の形成機構、4) 系統フィールドアプローチも基づいた植物種の侵入機構の解明、5) 多分類群の種アバンダンス分布の統計分布の比較解析、6) ワイブル分布を用いた種アバンダンスの分析、7) 樹木の化石情報と現生フロラ情報を統合した生物多様性の緯度勾配の歴史的動態、8) 空間的保全優先度の順位づけアルゴリズムの比較分析に基づいた生物多様性保全計画の分析、9) 熱帯アンデスの緯度・標高勾配プロットを用いた植物群集の機能的・系統的多様性パターン分析、10) 日本産維管束植物種の保全重要度評価に関する研究、11) 衛星・空中画像データを用いた広域スケールでの生物多様性観測手法の開発、12) 日本産樹木種の種子発芽・機能特性および貯蔵可能性の地理的パターン分析。

3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

若手派遣研究者は、イギリスのKew植物園、ポーランドのニコラスコペルニクス大学、フィンランドのヘルシンキ大学、台湾の精華大学に滞在して、各連携機関の研究者と綿密に議論を重ねて各プロジェクトを開始し、それぞれについて進捗を得た。1) 全球スケールの樹木種分布情報を元にした樹木種の多様性推定：Anne Chao教授（台湾精華大学）が提唱している潜在的多様度の推定手法（ヒルナンバースに基づく外挿・内挿プロファイル）を適用し、種多様性及びデータの充足率の空間分布地図を作成した。それらの予察解析結果について、Chao教授およびDavid Zeleny准教授やChih-Lin Wei准教授（台湾大学）と議論し、追加のデータ解析計画と、論文の執筆計画を確立した。また、Kew植物園の研究者（Katherine Willis博士）およびAarhus大学の研究者（Wolf Eiserhardt准教授）とも予察結果に基づき議論し、共同で論文執筆を行うことを確認した。さらに、Kew植物園の各部門長（生物多様性インフォマティクス部門：Abigail Barker博士、比較生物学部門：William Baker博士、分類学部門：Tim Utteridge博士）と複数回にわたり討議し、Kew植物園の標本情報（未公開）を統合した、全球樹木多様性地図の網羅性・完全性の強化について協議を進めている。これらの研究成果は、2018年3月の日本生態学会大会（札幌）、および、国際生物地理学会（ポルトガル）で発表した。2) 森林群集の分類学的系統学的ベータ多様性に基づいた森林バイオームの歴史的多様化：全球森林樹木プロットデータを用いて、樹木種組成の分析を行い、種組成の非類似度の入れ子成分、置換成分の空間パターンを定量した。非類似度（入れ子・置換成分）の地理的距離・環境距離依存性を検証し、生物地理区間での一貫性と、生物地理区特異的なパターンを特定した。これら結果は、サンチャゴ大学のAndres Baselga准教授とニコラス・コペルニクス大学のWerner Ulrich教授と討議し、今後、共著論文としてまとめることを確認した。3) 全球スケールの種プールからの階層的フィルターリングプロセスに基づいた局所森林群集の形成機構：2017年11月に台湾大学を訪問し、標高勾配に沿った局所群集内の種アバンダンス情報を得るための現地調査を、David Zeleny准教授およびChing-Feng Li准教授と共同で行った。これによって、階層的群集集合プロセスの分析に必要なデータセットを構築した。また、局所的なフィルタープロセスの一つとしての人為攪乱（森林伐採）の影響を、大陸・全球スケールで評価するために、全球の森林樹木プロットを用いて、原生林と伐採後の二次林間での分類学的・系統学的多様性の比較を行った。その結果、森林伐採に対する樹木群集の応答には地理的な変異が見られ、地域特異的な群集集合プロセスの脆弱性が示唆された。この結果については、2017年12月にヘルシンキ大学を訪問した際、Timo Kuuluvainen教授とTuomas Aakala博士と議論し、生態林学の視点で共著論文にまとめることを確認した。4) 系統フィールドアプローチに基づいた植物種の侵入機構の解明：生物地理的スケールでの外来植物の定着成功メカニズムを明らかにするために、日本の在来植物（約5000種）と外来植物（約1000種）の共存パターンを系統樹情報を使って分析した。その結果、外来種の定着成功には、共存種間の系統的類似性を高めるプロセス（例：環境フィルター）と非類似性を高めるプロセス（例：競争排除）の両方が作用していることを明らかにした。さらに、それらの系統パターンと外来種の特徴（起源地や気候ニッチ幅、攪乱選好性）の間の相関を発見した。これらの解析や結果の解釈については、Fabricio Villalobos博士（Instituto de Ecología, メキシコ）と電子メールなどを通じて議論しつつ行った。この成果については、日本生態学会の国際シンポジウム（札幌）及び国際生物地理学会（ポルトガル）において発表した。5) 多分類群の種アバンダンス分布の統計分布の比較解析：マクロ生態学的生物多様性の代表的なパターンである種アバンダンス分布（SAD）に焦点を当て、SADのデータベースを構築した。ニコラス・コペルニクス大学のWerner Ulrich教授と

討議しつつ、SADの緯度勾配の分類群・生息地特異性を、ニッチベース（対数正規分布）および中立ベース（対数級数分布）の統計モデルを用いて分析した。さらにgambin分布を種アバンドランス分布に適合させ、個々の分類群およびそれらの生息地特異性についての種アバンドランス分布の形状の緯度勾配を検証した。中立ベースのモデルの説明力は、すべての分類群および生息地にわたって比較的優勢であった。種アバンドランス分布の緯度方向の傾向は、植物と脊椎、無脊椎動物の間では逆であった。これらの結果から、種アバンドランス分布を形成する際の地理的制約、特に分類群および/または生息地との関係が示唆された。この成果は、国際生物地理学会（ポルトガル）で発表した。6）ワイブル分布を用いた種アバンドランス分析：ニコラス・コペルニクス大学のWerner Ulrich教授と共同して、種アバンドランス分布を記載するための統計モデルやフィッティングの方法を検討した。具体的には、観測された様々な種アバンドランス分布に適合し、種レベルで観察された値と理論的に期待される値を比較する汎用ツールとして、2パラメータのワイブル分布を導入した。このワイブル分布を実際にこれまでに収集した全球の樹木データに適用し、生態学的に不可能な種アバンドランス分布の形状が存在することをワイブル分布のパラメータに基づいて示めた。この成果は原著論文としてまとめて、現在投稿審査中である。7）樹木の化石情報と現生フロラ情報を統合した生物多様性の緯度勾配の歴史的動態：新生代の樹木種化石について、全球の分布情報をデータベース化して、東アジア島嶼の多様性緯度勾配に焦点を当てた分析を行い、その歴史的変動プロセスを明らかにした。具体的には、気候が温暖な第三紀には、高緯度まで低温耐性の低い分類群が分布していたが、更新世以後の寒冷化に従い、高緯度では系統的に古く低温耐性の低い分類群が地域絶滅した。さらに第三紀には中高緯度にのみ分布していた低温耐性のある分類群が、地球寒冷化に伴って低緯度まで分布拡大したことを明らかにした。この成果は、国際的な学術雑誌に投稿し受理され、国際生物地理学会（ポルトガル）でも発表した。8）空間的保全優先度の順位づけアルゴリズムの比較分析に基づいた生物多様性保全計画の分析：2017年12月に、Helsinki大学の保全生物学チーム（Atte Moilanen教授）を訪問して会議を行い、琉球大学・久保田研究室の編集した東アジアの生物多様性空間情報の紹介を行うとともに、今後の空間保全優先地域分析の解析計画や分析アルゴリズムのパフォーマンス評価に関して討議した。日本産植物の分布情報を用いて、異なる保全重要度定義（有用性、固有性、絶滅危惧度）が、空間的保全優先順位付けに及ぼす影響を分析し、有用性・固有性・絶滅危惧度に基づく種の重みづけ（ウェイトイング）は、分析結果に小さな影響しか及ぼさないことを発見した。この成果は、2018年3月に沖縄で行った国際シンポジウムにおいて発表し、Kew植物園・台湾大学の招聘者らとも意見交換を行った。さらに、生物多様性を保全する際の保全優先地域の空間スケール依存性について分析を行った。具体的には、国・都道府県の各レベルで保全優先順位付けを行い、その際の優先保全地域の違いとそのパターンを明らかにした。これらの分析結果は、保護区ネットワーク構築の際に有用な情報を提供すると考えられ、成果の一部を日本生態学会（札幌）と国際生物地理学会（ポルトガル）で発表した。9）熱帯アンデスの緯度・標高勾配プロットを用いた植物群集の機能的・系統的多様性パターン分析：Kew植物園のCarolina Tovar Ingar博士らと共同で、熱帯アンデスで緯度・標高勾配プロットにおける植物群集のモニタリングデータの分析を検討した。具体的には、種子の機能特性に着目した群集集合メカニズムに着目し、歴史的階層フィルタリングの観点から生態学的プロセスの解明を進めることを確認した。10）日本産維管束植物種の保全重要度評価に関する研究：Kew植物園の種保全部門のSteven Bachman主任研究員と共同して、琉球大学・久保田研究室の所有する日本産維管束植物の分布情報を共有し、種の分布範囲や分布範囲の損失速度に基づく保全重要度評価に関する研究を開始した。11）衛星・空中画像データを用いた広域スケールでの生物多様性観測手法の開発：Kew植物園の空間解析チームで衛星・無人航空機による画像解析を行っているJustin Moat博士と議論し、日本における無人飛行機によるデータ収集、既存の生物多様性空間情報を事前情報として用いた3D画像分析による森林植物多様性のアセスメント技法開発の共同研究の計画構築を開始した。12）日本産樹木種の種子発芽・機能特性および貯蔵可能性の地理的パターン分析：Kew植物園のミレニアムシードバンク（MSB）のJonas Mueller博士、Sharon Balding主任研究員と討議して、日本における樹木種子採集計画の立案を行った。種子保存・採集チームのメンバー（John Adams 実験室長、Bede West 調査主任）とも討議し、種子保存・採集の理論や技術を習得した。また、MSBアジアコーディネータのKate Hardwick博士と、日本における種子保全事業の将来展開について議論し、採集機関（例：琉球大学）と保存機関（例：国内の植物園）の連携形成について基本方針を確認した。種子の発芽・分散に関わる特性は、植物群集の集合プロセス（環境フィルターや分散制限）を理解する上で有益な機能特性情報である。また、種子の貯蔵可能性に関する情報は、生息地外保全の有効性を理解し、生息地保護と組み合わせた相乗的な保全計画の立案において重要である。この研究によって得られる種子の情報はKew植物園の運営するSeed Information Databaseにアップロードする。また、それらのデータベースと植物多様性の空間情報を組み合わせて、種子特性の地理的パターン分析、生息地外保全の優先地域分析を行い、上記研究者らと共同して投稿論文をまとめることを計画した。

4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究成果発表状況（本年度分）

①学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文又は著書

論文名・著書名 等	
<p>（論文名・著書名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・著者名について、責任著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付してください。 ・海外の連携機関の研究者との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文等については番号の前に「○」印を付してください。また、主要連携研究者については<u>斜体・太下線</u>、連携研究者については<u>斜体・破線</u>としてください。 	
◎ 1	<u>Shiono, T.</u> <u>Kusumoto, B.</u> <u>Yasuhara, M.</u> ※ <u>Kubota, Y.</u> Roles of climate niche conservatism and range dynamics in woody plants diversity patterns through the Cenozoic. Global ecology and biogeography, in press. 査読有
◎ 2	※ <u>Ulrich, W.</u> <u>Kubota, Y.</u> <u>Kusumoto, B.</u> <u>Baselga, A.</u> Tuomisto, H. Gotelli, N. J. Peres - Neto, P. Species richness correlates of raw and standardized co-occurrence metrics. Global ecology and biogeography, Volume 27, Issue 4. Pages 395-399. 2017. 査読有
3	

②学会等における発表

発表題名 等	
<p>（発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、責任発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付してください。 ・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・海外の連携機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付してください。また、主要連携研究者については<u>斜体・太下線</u>、連携研究者については<u>斜体・破線</u>としてください。 	
◎ 1	※ <u>Kusumoto, B.</u> <u>Shiono, T.</u> <u>Kubota, Y.</u> <u>Villalobos, F.</u> Assessing plant invasion based on co-occurrence of exotics and natives in the East Asian Islands. In Climate Change Biogeography, International Biogeographical Society Climate Change Biogeography Meeting Évora, Portugal ポスター発表, 2018年3月20日-24日. 査読無
2	※ <u>Kusumoto, B.</u> Species-based co-occurrence analysis for inferring macro-ecological processes: a case study of the East Asian islands flora. シンポジウム S11 Biodiversity: linking biogeographic pattern and process. 日本生態学会第65回全国大会, 2018年3月14日-18日. 札幌. 口頭発表. 査読無
3	※ <u>Kusumoto, B.</u> Spatial conservation prioritization of plant biodiversity: how to balance between species usefulness, endangered status and endemism. 国際シンポジウム Plant biodiversity in Asia: macroecological patterns and conservation planning. 2018年3月5日. 西原, 沖縄. 口頭発表. 査読無
4	※ <u>Fujinuma, J.</u> <u>Kusumoto, B.</u> <u>Shiono, T.</u> Di Marco M, <u>Kubota Y.</u> Comparative analysis of spatial prioritization measures for biodiversity conservation in Japan. International Biogeographical Society Climate Change Biogeography Meeting Évora, Portugal, ポスター発表, 2018年3月22日, 査読無
5	<u>藤沼潤一</u> . 保全優先度指標の概念とアルゴリズム：かけがえのない地域をどう特定するか. 企画集会：生物多様性の保全計画：空間的優先順位付けの方法論と実践例, 日本生態学会第65回全国大会, 札幌市, 口頭, 査読無, 2018年3月15日

6	※ <u>Nakadai, R.</u> , <u>Matthews, T.J.</u> , <u>Kusumoto, B.</u> , <u>Shiono, T.</u> , <u>Fujinuma, J.</u> , <u>Kubota, Y.</u> Species abundance distribution revisited: perspectives from geographical trends and taxon- and habitat-specificities, International Biogeographical Society Climate Change Biogeography Meeting, Évora, Portugal, March, 2018, ポスター発表, 2018年3月20-24日, 査読無
7	<u>Nakadai, R.</u> Macroecology of Maple (Acer): species diversity and biogeography in Asia. 国際シンポジウム Plant biodiversity in Asia: macroecological patterns and conservation planning, Okinawa, Japan, 口頭, 2018年3月5日, 査読無
8	<u>中臺亮介</u> . 生物多様性の保全計画: 空間的優先順位付けの方法論と実践例 日本生態学会第65回全国大会, 札幌, 口頭 2018年3月14-18日, 査読無
9	※ <u>中臺亮介</u> , <u>鈴木亮</u> , <u>久保田康裕</u> , <u>今村史子</u> , <u>小澤宏之</u> , <u>福島新</u> , <u>宮良工</u> , <u>沖縄県環境部自然保護課</u> . 保全計画立案プロジェクトの実践: 生物多様性おきなわブランド発信事業. 企画集会 T04 “生物多様性の保全計画: 空間的優先順位付けの方法論と実践例”, 日本生態学会第65回全国大会, 札幌, 口頭 2018年3月14-18日, 査読無
10	<u>塩野貴之</u> . 保全計画における国と地方自治体の役割: 国・都道府県ごとの空間的保全優先地域の特定. 企画集会 T04 “生物多様性の保全計画: 空間的優先順位付けの方法論と実践例”, 日本生態学会第65回全国大会, 札幌, 口頭 3月14-18日, 査読無
◎ 11	※ <u>Shiono, T.</u> , <u>Kusumoto, B.</u> , <u>Yasuhara, M.</u> , <u>Kubota, Y.</u> Latitudinal range shift response to Cenozoic climate change in East Asian woody plants. International Biogeographical Society Climate Change Biogeography Meeting, Évora, Portugal, ポスター発表, 2018年3月20-24日, 査読無
12	※ <u>Shiono, T.</u> , <u>Kubota, Y.</u> , <u>Takenouchi, M.</u> , <u>Ozaki, M.</u> , <u>Tanaka, T.</u> Developing biodiversity assessment tool: application software for plant species identification based on natural history information, 国際シンポジウム アジアの植物多様性と保全, 西原, 沖縄, 口頭 2018年3月5日, 査読無
13	※ <u>塩野貴之</u> , <u>楠本聞太郎</u> , <u>藤井新次郎</u> , <u>久保田康裕</u> 琉球列島の主要5島における樹種多様性パターンの形成機構: 分類学的・系統的・機能的情報を用いた検証. 植生学会第22回大会, 那覇, 口頭, 2017年10月22-23日, 査読無
14	※ <u>Kubota, Y.</u> , <u>Kusumoto, B.</u> , <u>Shiono, T.</u> , <u>Fujinuma, J.</u> , <u>Nakadai, R.</u> Intelligence and ignorance in species occurrence data: the importance of proactive sampling strategies for biodiversity estimation in geographically biased regions. International Biogeographical Society Climate Change Biogeography Meeting, Évora, Portugal, March, 2018, ポスター発表, 2018年3月20-24日, 査読無
15	<u>Kubota, Y.</u> Global pattern of woody plants occurrence data and biodiversity estimation. 日本生態学会第65回全国大会, 札幌, 口頭 3月14-18日, 査読無

5. 若手研究者の派遣実績 (計画)

【海外派遣実績 (計画)】

年度	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	合計
派遣人数	3 人	5 人 (3 人)	5 人 (5 人)	5 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の海外派遣実績】

派遣者①の氏名・職名：楠本聞太郎・特命助教

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）
フィンランドのヘルシンキ大学に滞在し、日本サイドで編集した全球スケールの森林群集プロットデータの紹介を行い、森林管理による群集構造改変効果の定量手法に関するデータ解析計画を討議した。これにより、潜在的な群集集合プロセスを捕捉した森林生態系管理に関する研究計画を立案に至る。さらに、Kew 植物園を訪問し、全球スケールの樹木種の空間分布データの解析計画について、海外連携研究者と大いに討議した。また、スペインのサンチャゴ大学の研究者と国際学会（ポルトガル）において活発に討議し、翌年度以降に行う生物多様性パターン形成におけるトップダウンプロセスとボトムアッププロセスの相対的重要性に関するデータ編集・解析計画を立案に至る。

（具体的な成果）
＜個別課題の進捗＞

1) 全球スケールの樹木種分布情報を元にした樹木種の多様性推定
琉球大学・久保田研究室で編集した全球の樹木種リスト及びそれらの標本採集情報を用いて、樹木多様性の全球分布及び情報の空間バイアス分析を行った。具体的には、全球の陸域を1度×1度グリッドに区分し、Anne Chao教授（台湾精華大学）が提唱している潜在的多様度の推定手法（ヒルナンバースに基づく外挿・内挿プロファイル）を適用し、種多様性及びデータの充足率の空間分布地図を作成した。それらの予察解析結果について、2018年3月の日本生態学会大会時に、Chao教授およびChih-Lin Wei准教授（台湾大学）と議論し、追加のデータ解析計画と、論文の執筆計画を確立した。また、Kew植物園の研究者（Katherine Willis博士）およびAarhus大学の研究者（Wolf Eiserhardt准教授）とも予察結果に基づき議論し、共著者として参画してもらった。さらに、Kew植物園の各部門長（生物多様性インフォマティクス部門：Abigail Barker博士、比較生物学部門：William Baker博士、分類学部門：Tim Utteridge博士）と複数回にわたり面談し、Kew植物園の標本情報（未公開）を統合した、全球樹木多様性地図の網羅性・完全性の強化について協議を進めている。

2) 森林群集の分類学的系統学的ベータ多様性に基づいた森林バイオームの歴史的多様化
全球森林樹木プロットデータを用いて、樹木種組成の分析を行い、種組成の非類似度の入れ子成分、置換成分の空間パターンを定量した。非類似度（入れ子・置換成分）の地理的距離・環境距離依存性を検証し、生物地理区間での一貫性と、生物地理区特異的なパターンを特定した。これら結果は、サンチャゴ大学のAndres Baselga准教授とニコラス・コペルニクス大学のWerner Ulrich教授との共著論文としてまとめる予定であり、次年度に彼らの研究室を訪問する際の重要な相談材料となる。

3) 全球スケールの種プールからの階層的フィルターリングプロセスに基づいた局所森林群集の形成機構
2017年11月に台湾大学を訪問し、標高勾配に沿った局所群集内の種アバンダンス情報を得るための現地調査を、David Zeleny准教授およびChing-Feng Li准教授と共同で行った。これによって、階層的群集集合プロセスの分析に必要なデータセットを構築した。

また、局所的なフィルタープロセスの一つとしての人為攪乱（森林伐採）の影響を、大陸・全球スケールで評価するために、全球の森林樹木プロットを用いて、原生林と伐採後の二次林間での分類学的・系統学的多様性の比較を行った。その結果、森林伐採に対する樹木群集の応答には地理的な変異が見られ、地域特異的な群集集合プロセスの脆弱性が示唆された。この結果については、2017年12月にヘルシンキ大学を訪問した際、Timo Kuuluvainen教授とTuomas Aakala博士と議論し、生態林学の視点で共著論文にまとめることを決定した。

4) 系統フィールドアプローチも基づいた植物種の侵入機構の解明
生物地理的スケールでの外来植物の定着成功メカニズムを明らかにするために、日本の在来植物（約5000種）と外来植物（約1000種）の共存パターンを系統樹情報を使って分析した。その結果、外来種の定着成功には、共存種間の系統的類似性を高めるプロセス（例：環境フィルター）と非類似性を高めるプロセス（例：競争排除）の両方が作用していることを明らかにした。さらに、それらの系統パターンと外来種の特異性（起源地や気候ニッチ幅、攪乱選好性）の間の相関を発見した。これらの解析や結果の解釈については、Fabricio Villalobos博士（Instituto de Ecología, メキシコ）とオンライン上で相談しつつ行った。この成果については、国内シンポジウム（日本生態学会・札幌）及び国際学会（ポルトガル）において発表した。

8) 空間的保全優先度の順位づけアルゴリズムの比較分析に基づいた生物多様性保全計画の分析。

2017年12月に、Helsinki大学の保全生物学チーム（Atte Moilanen教授）を訪問し、琉球大学・久保田研究室の編集した東アジアの生物多様性空間情報の紹介を行うとともに、今後の空間保全優先地域分析の解析計画を作成した。第一歩として、日本産植物の分布情報を用いて、異なる保全重要度定義（有用性、固有性、絶滅危惧度）が、空間的保全優先順位付けに及ぼす影響を解析した。その結果、有用性・固有性・絶滅危惧度に基づく種の重みづけ（ウェイトイング）は、分析結果に驚くほど小さな影響しか及ぼさないことが示された。この結果は、空間保全優先地域分析における種の重要性和、経験的・直感的に用いられる保全重要度の間に知識ギャップがあることを示唆している。この成果は、2018年3月に沖縄で行った国際シンポジウムにおいて発表し、Kew植物園・台湾大学の招聘者らとも意見交換を行った。今後は、空間保全優先地域分析における種の影響度と種の生態・生物地理的特性の関係を分析し、効果的なウェイトイング・スキームの検討を進める。

<上記以外の研究>

A) 熱帯アンデスの緯度・標高勾配プロットを用いた植物群集の機能的・系統的多様性パターン分析

熱帯アンデスの高山地域は、低緯度から高緯度かけて島状に分布しており、その孤立度の高さから多くの固有植物が分布している。これは局所群集形成における進化・生態プロセスの相対的重要性の検証にうってつけのモデルシステムである。Kew植物園のポスドク研究者（Carolina Tovar Ingar博士）らは、熱帯アンデスで緯度・標高勾配プロットにおける植物群集のモニタリング調査を継続しており、種子の機能特性に着目した群集集合メカニズムの研究を行っている。派遣者は、Kew植物園滞在中の研究議論をきっかけに、博士らの研究に共同研究者として協力することになった。本研究では、派遣者は主に群集系統解析や統計解析に貢献している。この共同研究で得られる知見は、頭脳循環プロジェクトのメインテーマの一つである歴史的な階層フィルタリングの理解にも大いに貢献すると期待できる。

B) 日本産維管束植物種の保全重要度評価に関する研究

種の絶滅危惧度合いを定義することは、特に希少種・固有種などの、種ベースの保全戦略を構築するうえで極めて重要である。維管束植物は、陸域の種多様性の高い割合を占め、生態系の基盤となる重要な分類群であるにも関わらず、それらの絶滅危惧度合いは一部の種しか評価されていない。派遣者は、Kew植物園の種保全部門のSteven Bachman主任研究員と相談し、琉球大学・久保田研究室の所有する日本産維管束植物の分布情報を共有し、種の分布範囲や分布範囲の損失速度に基づく保全重要度評価に関する共同研究を開始した。

C) 衛星・空中画像データを用いた広域スケールでの生物多様性観測手法の開発

これまでのマクロ生態学・生物地理学の検証ほとんどは、過去数十年にわたる標本情報の蓄積に基づいている。一方、今後、生物多様性の動態をリアルタイムでモニタリングしていくには、生物多様性を広域スケールで、なるべく簡便にアセスメントする技法が必要不可欠になる。派遣者は、Kew植物園の空間解析チームで衛星・無人航空機による画像解析を行っているJustin Moat博士と議論し、将来的な共同研究の計画構築を開始した。この研究では、日本における無人飛行機によるデータ収集を行い、既存の植物多様性空間情報を事前情報として用いて、3D画像分析による森林植物多様性のアセスメント技法を構築する予定である。

D) 日本産樹木種の種子発芽・機能特性および貯蔵可能性の地理的パターン分析

種子の発芽・分散に関わる特性は、植物群集の集合プロセス（環境フィルターや分散制限）を理解する上で有益な機能特性情報である。また、種子の貯蔵可能性に関する情報は、生息地外保全の有効性を理解し、生息地保護と組み合わせた相乗的な保全計画の立案において重要である。派遣者は、Kew植物園のミレニアムシードバンク（MSB）を複数回訪問し、Jonas Mueller博士、Sharon Balding主任研究員と討議して、日本における樹木種子採集計画の立案を行った。種子保存・採集チームのメンバー（John Adams実験室長、Bede West調査主任）とも面談し、種子保存・採集の理論や技術を学んだ。また、MSBアジアコーディネータのKate Hardwick博士と、日本における種子保全事業の将来展開について議論し、採集機関（例：琉球大学）と保存機関（例：国内の植物園）の連携形成が重要であるという共通見解を得た。この研究によって得られる種子の情報はKew植物園の運営するSeed Information Databaseにアップロードする予定である。また、それらのデータベースと植物多様性の空間情報を組み合わせて、種子特性の地理的パターン分析、生息地外保全の優先地域分析を行い、上記研究者らと共同して投稿論文としてまとめる計画である。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
フィンランド、ヘルシンキ大学、森林科学科、Timo Kuukuvainen 教授	12 日	100 日		112 日
イギリス、Kew 植物園、Katherine Willis 博士 および Jonas Mueller Senior Research Leader	80 日	100 日		180 日
スペイン、サンチャゴ大学、Andres Baselga 教授		50 日		50 日
ポーランド、ニコラス・コペルニクス大学、Werner Ulrich 教授		50 日		50 日
メキシコ、Instituto de Ecología, A.C.、Fabricio Villalobos 博士			50 日	50 日
City University of New York、Lohman 准教授および Hickerson 准教授			100 日	100 日
米国、スミソニアン博物館、Nancy Knowlton 教授			150 日	150 日

派遣者②の氏名・職名：藤沼潤一・ポスドク研究員

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

平成 29 年度はフィンランドのヘルシンキ大学を訪問し、連携研究者と討議を重ねた。空間的保全優先度の順位づけにおいて、既存のアルゴリズムを、生物多様性パターンの捕捉性能の観点から比較することの意義を議論した。これらの議論を踏まえて、保全実務者とアルゴリズム開発者との隔たりを埋めることを目的とする新たな応用課題に取り組んだ。また、Kew 植物園に滞在し、東南アジア地域での研究者ネットワークの現状について、Kew 植物園の研究者と情報交換を行った。日本サイドで進めている全球スケールの樹木種分布データベースの構築に向け、データ不足地域における現地調査を検討する上での重要な基礎情報を得られた。

(具体的な成果)

優先度順位付けアルゴリズムの概念とその比較を国内・国外の国際学会において公表した。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
フィンランド、ヘルシンキ大学、森林科学科、Timo Kuukuvainen 教授	81 日	100 日	30 日	211 日
イギリス、Kew 植物園、Katherine Willis 博士 および Jonas Mueller Senior Research Leader	11 日	200 日	250 日	462 日
米国、スミソニアン博物館、Nancy Knowlton 教授			20 日	20 日

派遣者③の氏名・職名：中臺亮介・博士研究員

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

平成 29 年度は、ポーランドのニコラス・コペルニクス大学に滞在し、生物群集のガンマ多様性、アルファ多様性、ベータ多様性の相互関係を、トップダウンプロセスとボトムアッププロセスに分割して定量する研究計画を討議し、解析に用いるデータ編集の手順を立案に至った。解析データの編集は、日本サイドの研究補助者が今年度中に行い、翌年度、海外派遣研究者が速やかにデータ解析を実施できるようにサポートを行った。その後、Kew 植物園を訪問し、カエデ樹木種をモデルシステムとした歴史的な多様化プロセスの研究について討議し、Kew に所蔵されているカエデ標本から分布情報を抽出し、形態的な機能特性の測定を行

った。また、スペインのサンチャゴ大学の研究者とは、国際学会（ポルトガル開催）において、これらの研究内容について討議をした。これに基づいて、プレートテクトニクス（大陸分断）による生息適地面積の動態と全球的な種プールのパターン形成、古生物（化石記録）と現世生物分布データを統合した多様性の歴史的動態の定量などの研究計画を海外連携研究者と共同して立案、実行するに至る。

（具体的な成果）

多分類群の種アバンダンス分布の統計分布の比較解析

種アバンダンス分布は、生物多様性パターンの基本的な特性であり、局所群集における種の集合プロセスを理解するための重要な課題となっている。それにもかかわらず、複数の分類群および生息地にわたる種アバンダンス分布の全体的パターンは依然として不明である。ここでは、種アバンダンス分布の緯度勾配に焦点を当て、その分類群および生息地特異性を分析した。私たちは 92,678 個の学術論文といくつかの Web データベースから 4,244 個の SAD を集めた。最初に、AIC によってニッチベースおよび中立ベースの種アバンダンス分布間のモデル比較を実施した。その後、ガンビン分布を種アバンダンス分布に適合させることにより、対数正規分布と対数級数分布の相対的な適合を示す形状パラメータ α を計算した。ガンビンの α パラメータを用いて、個々の分類群およびそれらの生息地特異性についての種アバンダンス分布の形状の緯度勾配を検証した。中立ベースのモデルの説明力は、すべての分類群および生息地にわたって比較的優勢であった。また、植物、脊椎、無脊椎動物のすべての分類群において緯度依存性の種アバンダンス分布の有意な傾向を見出した。しかしながら、種アバンダンス分布の緯度方向の傾向は、植物と脊椎、無脊椎動物の間では逆であった。具体的には植物のデータでは、ガンビン α は低緯度に向かって減少し、対数級数に近くなるが、脊椎動物のデータでは、より低い緯度に向かってガンビン α を増加し、つまり対数正規形に近くなることを示した。この知見は種アバンダンス分布を形成する際の地理的制約、特に分類群および/または生息地との関係を示唆しており、生物多様性の計セプロセスを理解するための重要な示唆となる。

ワイブル分布を用いた種アバンダンスの分析

種アバンダンス分布を記載するための統計モデルやフィッティングの方法の開発は、生物多様性を正確にモデリングし、多様性の形成プロセスの生態学的な解釈を行う上で重要である。ここでは観測された様々な種アバンダンス分布に適合し、種レベルで観察された値と理論的に期待される値を比較する汎用ツールとして、2パラメータのワイブル分布を導入した。この分布の形状と尺度の二つのパラメータはそれぞれ生態学的な解釈を持つ。形状は希少種または一般種の割りあいの測定値であり、尺度は対象集団における持続性種の割合の定量する。このワイブル分布を実際にこれまでに収集した 534 個の全球の樹木データに適用すると、ワイブル分布のパラメータのプロットは、生態学的に不可能な種アバンダンス分布の形状が存在することを示めた。つまり、このことは群集集合における生態学的制約を新たに洞察するものであり、生物多様性形成プロセスの理解に大きく寄与する。この成果は現在原稿がまとめられ、投稿している。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
ポーランド、ニコラス・コペルニクス大学、Werner Ulrich 教授	83日	70日	70日	223日
イギリス、Kew 植物園、Katherine Willis 博士および Jonas Mueller Senior Research Leader	9日	30日	30日	69日
スペイン、サンチャゴ大学、Andres Baselga 教授		200日	200日	400日

※本年度の派遣者毎に作成すること。

6. 研究者の招へい実績（計画）

【招へい実績（計画）】

年度	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	合計
招へい人数	9 人	7 人 (1 人)	6 人 (0 人)	21 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の招へい実績】

招へい者③の氏名・職名：David Zeleny・准教授

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し日本サイドの研究担当者と討議し、共同研究のネットワークを強化する。さらに、全球スケールの植生データセットを利用した、植物群集の多様性パターンの解析に関するワークショップを行う。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>連携機関の一つである台湾大学と協議し、本プロジェクトを推進するに際して、日本生態学会におけるワークショップを開催した。David Zeleny 准教授は日本生態学会、企画集会にて「Importance of environment evaluated by constrained ordination depends on the completeness of sampling」のタイトル講演を行い、参加者と討議した。研究担当者を交えた情報交換を通じて本プログラムの研究推進にも貢献した。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
National Taiwan University、Taiwan、久保田康裕（琉球大）	5 日	0 日	0 日	5 日

招へい者④の氏名・職名：Ching-Feng Li・准教授

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し日本サイドの研究担当者と討議し、共同研究のネットワークを強化する。さらに、全球スケールの植生データセットを利用した、植物群集の多様性パターンの解析に関するワークショップを行う。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>連携機関の一つである台湾大学と協議し、本プロジェクトを推進するに際して、日本生態学会におけるワークショップを開催した。Ching-Feng Li 准教授は日本生態学会、企画集会にて「A crisis is chance: standardized sampling area leads to bias in comparing diversities」のタイトル講演を行い、参加者と討議した。研究担当者を交えた情報交換を通じて本プログラムの研究推進にも貢献した。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
National Taiwan University、Taiwan、久保田康裕（琉球大）	5 日	0 日	0 日	5 日

招へい者⑱の氏名・職名：William Baker・研究部門長

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し、日本サイドの研究担当者および派遣研究者とキックオフミーティングを行う。さらに、Kew 植物園と共同で実施する、東アジア島嶼における植物種子の機能特性定量に関する野外調査（木本種の種子採集）のデザインの構築、および機能・系統樹情報を用いたマクロスケールの植物多様性パターンの分析を共同で行う。

(具体的な成果)

琉球大学でシンポジウムを開催し、共同研究の基盤となるネットワークが強化できた。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
Kew 植物園、植物・菌類比較生物学部門、 イギリス、久保田康裕（琉球大）	7 日	0 日	0 日	7 日

招へい者⑲の氏名・職名：Tim Utteridge・研究部門長

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し、日本サイドの研究担当者および派遣研究者とキックオフミーティングを行う。さらに、アジア地域における植物記載状況の空間的・分類群的バイアスの分析を共同で行う。このための情報収集として、日本国内の植物園（琉球大学、九州大学、千葉大学）を訪問し、標本情報の空間的・分類群的な網羅度を調査する。それらの情報に基づき、Kew 植物園と共同で実施する、植物種子の機能特性定量に関する野外調査（木本種の種子採集）のデザイン構築を共同で行う

(具体的な成果)

琉球大学でシンポジウムを開催し、共同研究の基盤となるネットワークが強化できた。日本国内の植物園（琉球大学、九州大学、千葉大学）を訪問し、標本情報の空間的・分類群的な網羅度を調査した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
Kew 植物園、同定・分類部門、イギリス、 久保田康裕（琉球大）	15 日	0 日	0 日	15 日

招へい者⑳の氏名・職名：Justin Moat・主任研究員

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し、日本サイドの研究担当者および派遣研究者とキックオフミーティングを行う。さらに、アジアにおける標本採集努力量および植物多様性の地理分布について、自然史ビッグデータに基づく大規模空間解析を共同で行う。それらの情報に基づき、Kew 植物園と共同で実施する、植物種子の機能特性定量に関する野外調査（木本種の種子採集）のデザイン構築を行う。

(具体的な成果)

琉球大学でシンポジウムを開催し、共同研究の基盤となるネットワークが強化できた。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
Kew 植物園、生物多様性情報学・空間解析 部門、イギリス、久保田康裕（琉球大）	9 日	0 日	0 日	9 日

招へい者②の氏名・職名：Steven Bachman・主任研究員

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し、日本サイドの研究担当者および派遣研究者とキックオフミーティングを行う。既存の標本採集情報から求めた種の分布レンジと、IUCN レッドリスト、環境省レッドリストの比較分析を行い、種の希少性と保全ランクとの整合性を検証する。また、Kew 植物園の種子バンクの保存種リストおよび種子の貯蔵可能性情報と合わせて、希少種の生息地保護－生息地外保全の効果的な実施手法に関する分析を共同で行う。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>琉球大学でシンポジウムを開催し、共同研究の基盤となるネットワークが強化できた。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
Kew 植物園、保全科学部門、イギリス、久 保田康裕（琉球大）	9 日	0 日	0 日	9 日

招へい者③の氏名・職名：Wolf Eiserhardt・准教授

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>本研究を開始するにあたり、全体計画を確認し、日本サイドの研究担当者および派遣研究者とキックオフミーティングを行う。さらに、Kew 植物園と共同で実施する、東アジア島嶼における植物種子の機能特性定量に関する野外調査（木本種の種子採集）、現世フロラと古植物化石の情報を統合したマクロスケールの植物多様性評価に関する分析を共同で行う。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>琉球大学でシンポジウムを開催し、共同研究の基盤となるネットワークが強化できた。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
オーフス大学、生命科学部、デンマーク、 久保田康裕（琉球大学）	8 日	0 日	0 日	8 日

招へい者④の氏名・職名：Jer-Ming Hu・教授

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>本研究を開始するにあたり、全体計画を共有し、日本サイドの研究担当者および派遣研究者とキックオフミーティングを行う。具体的な研究内容は、アジア島嶼の植物種チェックリストを統合して、植物多様性パターンのマクロ生態学的形成機構を共同で分析し、その予察的結果を得て、今後の論文化の方針を確定する。</p>				
---	--	--	--	--

(具体的な成果) 琉球大学でシンポジウムを開催し、共同研究の基盤となるネットワークが強化できた。				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
National Taiwan University、Taiwan、久保田康裕（琉球大学）	4 日	0 日	0 日	4 日

招へい者⑦の氏名・職名：Chih-Lin Wei・准教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) 全体計画を確認するため、日本生態学会大会において日本サイドの研究担当者および派遣研究者と会議を行う。陸域と海域の生物群集の環境傾度に伴うベータ多様性パターンを討議し、分類群を横断した生物多様性研究のネットワーク構築を推進する。さらに、深海ベントス群集データセットを利用した、群集集合パターン(特にベータ多様性)の解析に関する分析結果を、学会の企画集会で発表する。				
(具体的な成果) 連携機関の一つである台湾大学と協議し、本プロジェクトを推進するに際して、日本生態学会におけるワークショップを開催した。Chin-Lin Wei 准教授は日本生態学会、企画集会にて「Internal tides affect benthic community structure in an energetic submarine canyon off SW Taiwan」のタイトル講演を行い、参加者と討論した。研究担当者を交えた情報交換を通じて本プログラムの研究推進にも貢献した。				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	
National Taiwan University、海洋学研究所、Taiwan、久保田康裕、酒井一彦（琉球大学）	6 日	10 日	0 日	16 日

※本年度の招へい者毎に作成すること。

7. 翌年度の補助事業の遂行に関する計画

※ 補助事業が完了せずに国の会計年度が終了した場合における実績報告書には、翌年度の補助事業の遂行に関する計画を附記すること。